

贝卡尔特柔性防护系统 定制化解决方案

Customized Solutions with Flexible Protection System

防灾减灾

生态景观

安全周界

 Bekaert

 Bekaert

 Bekaert

 Bekaert

引领人们生活和出行方式 — 安全、智慧、可持续

 Bekaert

 Bekaert

 Bekaert

 Bekaert

 Bekaert

 Bekaert

 Bekaert

 Bekaert

 Bekaert

 Bekaert

 Bekaert


 Bekaert

 Bekaert


 Bekaert


 Bekaert


贝卡尔特 (Euronext Brussels: BEKB) 是一家成立于 1880 年，总部位于比利时的跨国公司，作为钢丝变形和镀膜技术领域的全球引领者，贝卡尔特 (bekaert.cn) 在钢丝及其以外的领域寻求创新材料及包括新移动、低碳建筑、绿色能源在内的新服务和解决方案。


 为 120 多个国家的客户提供产品与服务

 全球超过 19000 名敬业的员工

 拥有 1650 多项产品专利

 世界领先的制造能力

 对当地客户有深入理解与洞见的资深专业团队

 具有可持续发展的愿景和行动计划 (被 SBTi 验证的目标)

全球化制造平台：60+ 生产基地分布全球 20 多个国家













员工
19 000



生产基地
60+



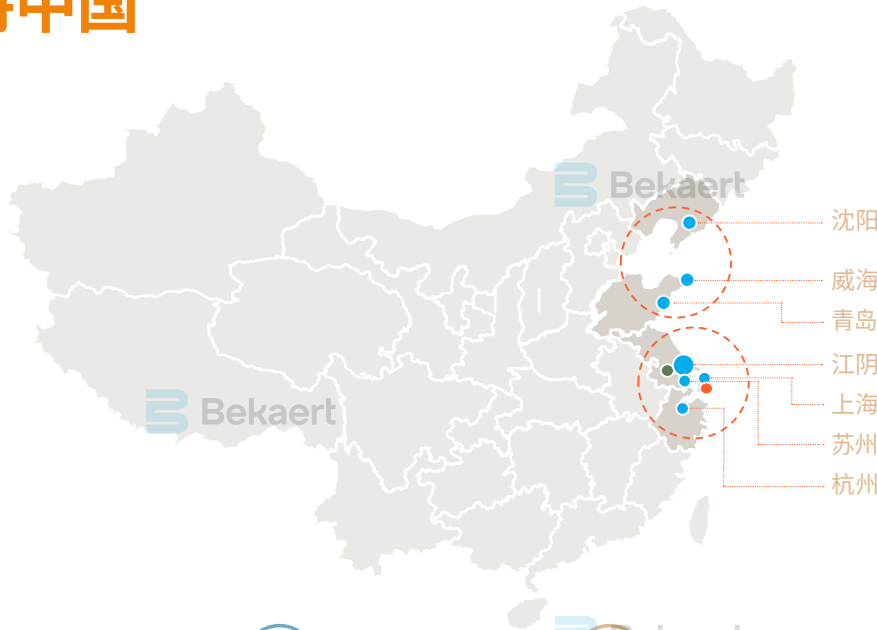
研发 / 工程中心
10







贝卡尔特中国



- 贝卡尔特生产基地
- 贝卡尔特办公室
- 贝卡尔特研发中心



累计总投资 15 亿欧元



6300 员工



12 生产基地



2 研发 / 工程中心

为什么选择贝卡尔特?

140 余年的卓越专业技术

成立于 1880 年的贝卡尔特公司以独特卓越的金属变形技术和镀膜技术为客户提供各种截面形状、不同金属成分及满足各项机械性能的优质钢丝产品，充分满足客户的使用需求

坚持创新和研发

携手行业内的高等院校、科研单位等，为满足行业不断发展的需求，我们坚持持续创新。与包括客户在内的多方伙伴共同协作，解决产品应用中的难点和痛点，充分发挥技术研发的优势，定向研发，不断为客户提供新的解决方案

卓越品质, 互利共赢

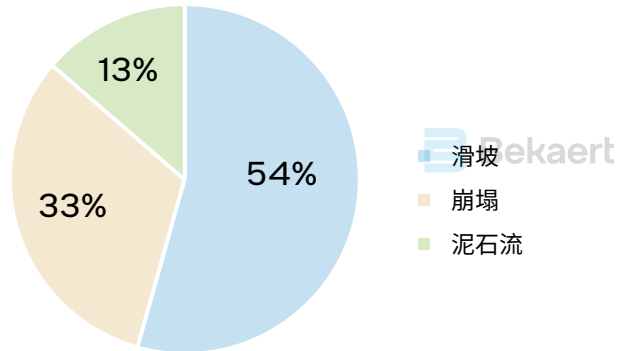
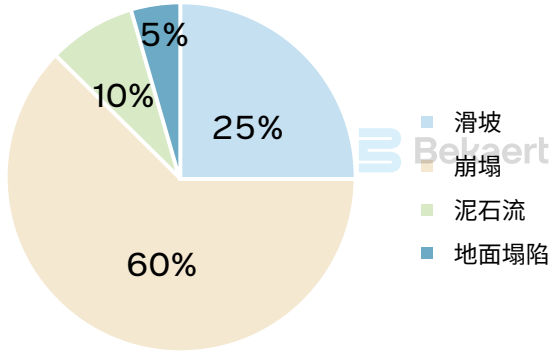
贝卡尔特提供从设计咨询到工程施工的全方位技术支持，为客户提供定制化工程解决方案。同时公司拥有行业完整的产业链，从原料生产到成品制作，每道工序都经过严格品控，为精品工程提供质量保障



柔性边坡防护系统 - 以柔克刚

我国为多山国家，2/3 的陆地面积均为山区，长期以来各类山地自然灾害频发，严重威胁了人民生命财产安全。

随着国家对防灾减灾事业的重视程度不断提升以及对科学防灾的规划布局日益清晰，也将高性能防护结构的研发工作推向了更高的战略定位。



《2023 年中国自然资源公报》

2023 年，全国共发生地质灾害 3668 起：

- 滑坡：925 起
- 崩塌：2176 起
- 泥石流：374 起
- 地面塌陷：193 起

《第一次全国自然灾害综合风险普查公报》

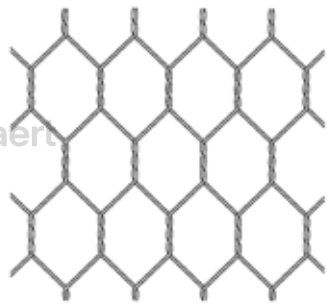
截至 2023 年底，全国登记在册地灾隐患点：

- 滑坡隐患点：13.2 万处
- 崩塌隐患点：8.2 万处
- 泥石流隐患点：3.3 万处

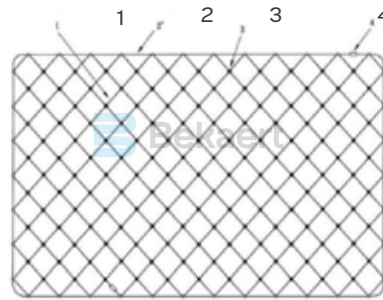
柔性边坡防护系统

柔性边坡防护系统起源于欧洲，它是一种高度非线性的结构系统。以被动防护网为例，系统由拦截、支撑、耗能等几部分组成，当系统受到落石等外力冲击时，耗能装置及拦截结构会利用其变形消耗冲击能量，进而起到拦截的作用。利用系统大变形的“柔性”克制了外力的“刚性”，真正做到了“以柔克刚”。





双绞六边形网结构示意图



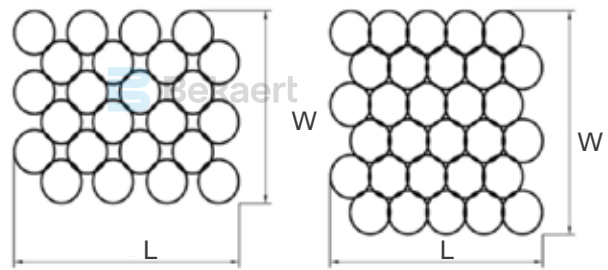
钢丝绳网示意图

说明:

- 1 — 网片钢丝绳;
- 2 — 边缘钢丝绳;
- 3 — 节点;
- 4 — 钢丝绳连接点。



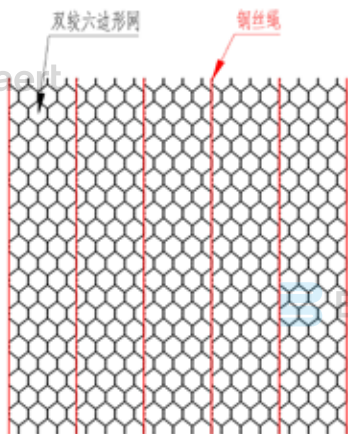
格栅网结构示意图



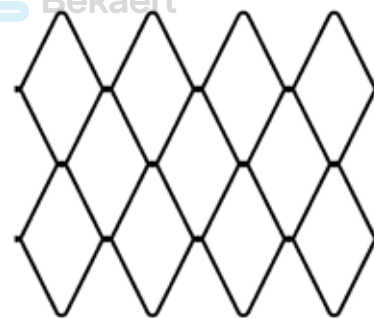
a) 四连环形网

b) 六连环形网

环形网示意图



加筋六边形网示意图



绞索网结构示意图

主动防护系统 (APS)

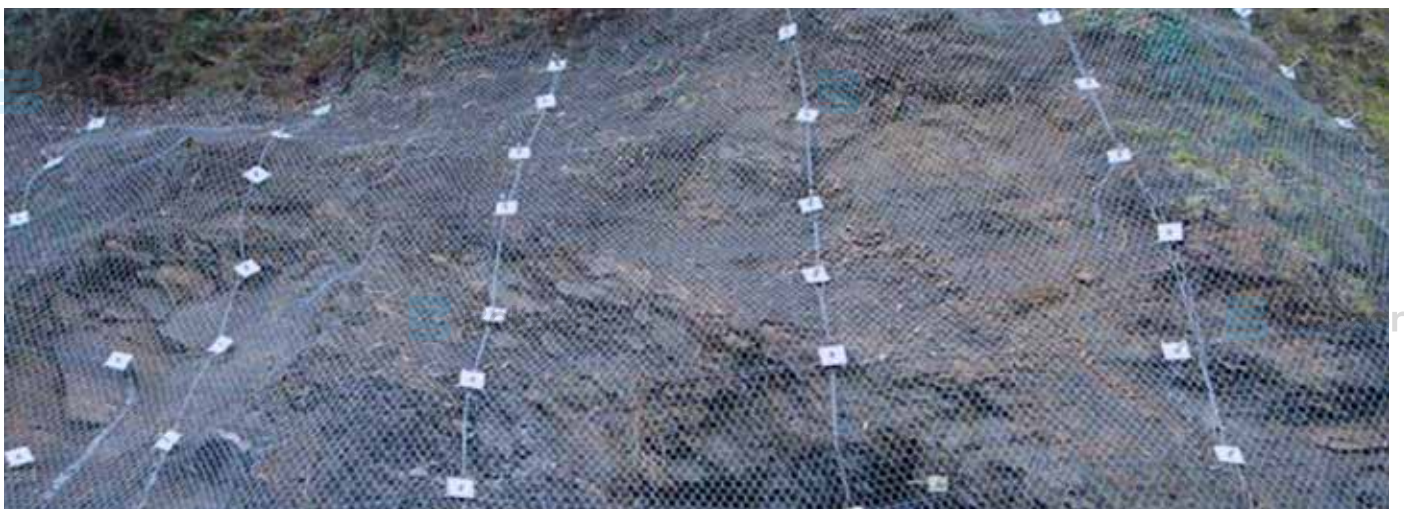
采用锚杆直接固定或结合支撑绳固定方式，将柔性金属网覆盖在具有潜在地质灾害的坡面上，限制局部或少量落石的运动范围，实现斜坡浅表层岩土体稳固的一种边坡柔性防护网系统。按照柔性金属网组合及其固定方式分为锚固缝合式和搭接点锚式。

适用范围：节理、裂隙发育的弱风化的硬质岩且整体稳定的路堑边坡防护，破面松动易滑落孤危石加固等。
组成系统的主要构件：缝合绳、支撑绳、锚杆、柔性金属网。

表1 - 主动防护系统标称抗力等级和柔性金属网抗顶破力对应关系

单位: 千牛

型号	标称抗力等级	柔性金属网抗顶破力
ASP-025	25	≥25
ASP-050	50	≥50
ASP-075	75	≥75
ASP-100	100	≥100
ASP-150	150	≥150
ASP-200	200	≥200
ASP-300	300	≥300
ASP-500	500	≥500



被动防护系统 (PPS)

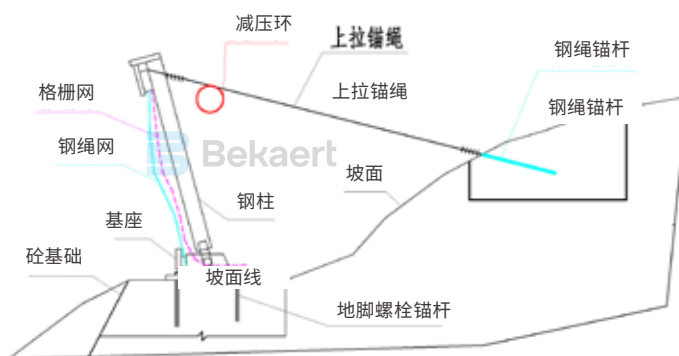
采用锚杆、钢柱、支撑绳和拉锚绳等固定支撑方式，将柔性金属网以一定的角度安装在坡面上，实现对落石、泥石流中固体物质拦截的一种边坡柔性防护网系统。按照柱脚与基座连接方式分为被动防护网和柔性格栅网两类。

适用范围：节理、裂隙发育且整体稳定的岩质边坡或松散块石土质边坡；上陡下缓且有足够安全缓冲距离的边坡；具备良好落石清理条件或便于系统维护的边坡。

组成系统的主要构件：钢柱、支撑绳、拉锚绳、拉锚杆、柔性金属网、消能装置。

表2 - 被动防护系统标称防护能级及容许缓冲距离

类型	柔性格栅网		被动防护网								
	型号	PPS-005	PPS-010	PPS-025	PPS-050	PPS-075	PPS-100	PPS-150	PPS-200	PPS-300	PPS-500
标称防护能级 (KJ)		50	100	250	500	750	1000	1500	2000	3000	5000
容许缓冲距离 (m)		1.5	2.5	5	6	7	8	9	10	12	15



引导防护系统 (GPS)

采用锚杆、支撑绳、纵横向拉绳等构件，将柔性金属网自然覆盖在具有潜在地质灾害的坡面上，或顶部结合钢柱、拉锚绳、支撑绳等固定方式，将柔性金属网以一定的角度张开，形成以控制落石运动范围和轨迹并引导落石滑落或滚落到预设地点的一种边坡柔性防护系统。按照结构形式分为覆盖式引导防护系统和张口式引导防护系统两类。

适用范围：落石较多、防护面积较大的高陡边坡以及破表破碎的中陡边坡。

组成系统的主要构件：钢柱、柔性金属网、拉绳、锚杆、固定件。

表3 - 覆盖式引导防护系统标称防护能级和配套的柔性金属网抗拉强度

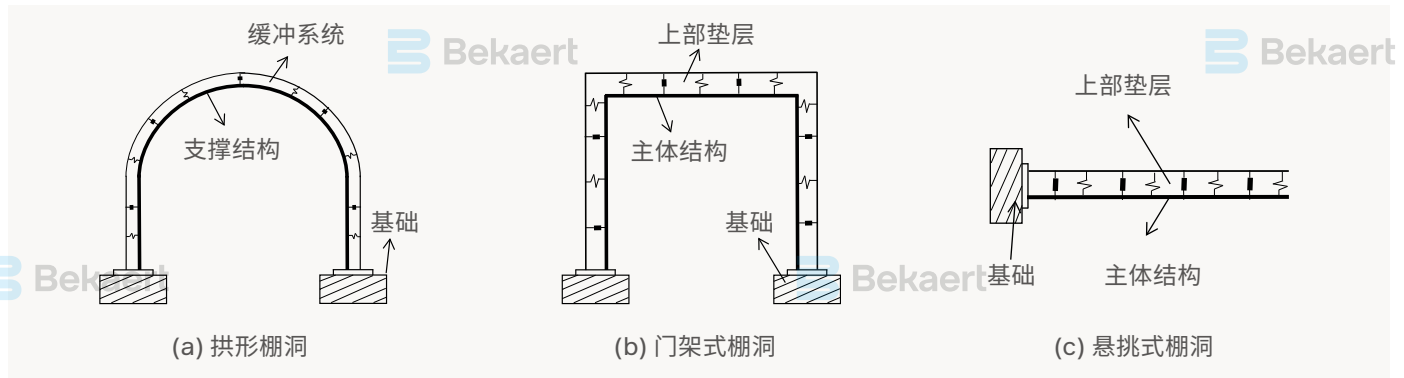
型号	GPS-025	GPS-050	GPS-075	GPS-100	GPS-150	GPS-200	GPS-300	GPS-500
标称防护能级 (KJ)	250	500	750	1000	1500	2000	3000	5000
柔性金属网抗拉强度 (kN/m)	10	15	30	45	75	105	165	350



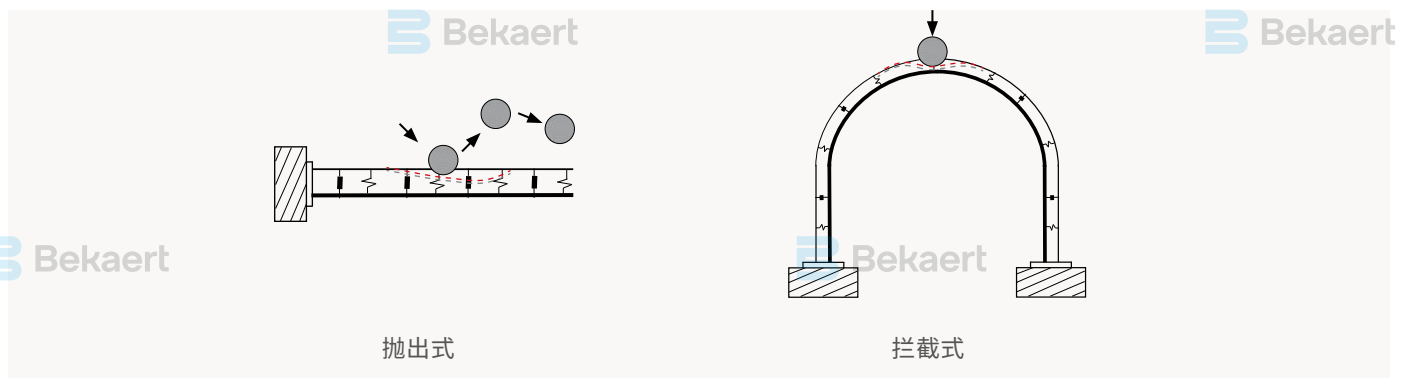
其他应用形式 - 柔性棚洞

采用支撑结构、缓冲系统、基础等构件形成棚洞式防护结构，用于隧道洞口、公路、铁路沿线等的落石防护。

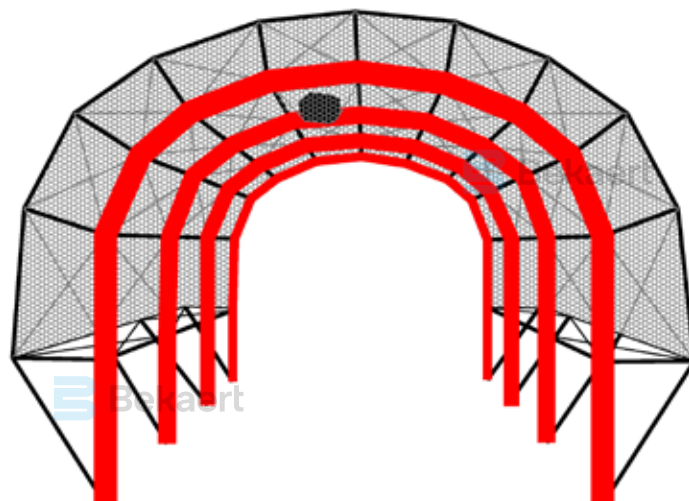
柔性棚洞的主要优点：工厂模块化生产，现场组装，施工便捷且效率高，使用寿命长、建设费用低、适用性广，对基础及场地条件要求低，结构轻巧可靠、外形美观，减少对环境破坏，投入使用后照明、通风成本降低。



常见柔性棚洞形式



柔性棚洞缓冲系统示意图

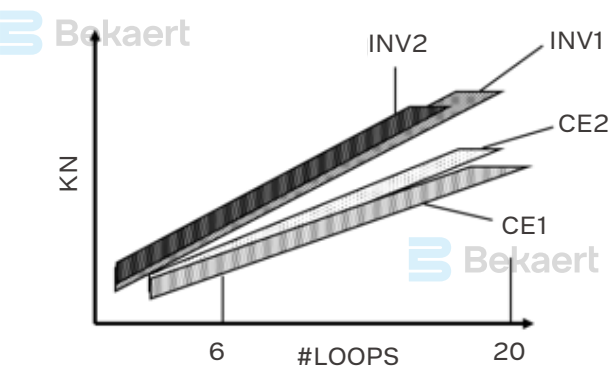


柔性棚洞示意图

作为被动网拦截主体的金属网，我们希望其“柔”中带“韧”，以便更好地应对“刚”性。通过上百次试验，公司从原料选择、生产工艺入手，为客户提供高柔韧性的环形网。试验结果颠覆了行业认知，也为柔性边坡防护结构从钢丝材料选择上开创了先例。同时考虑到诸如沿海地带、有污染的工业区等高侵蚀的使用环境，公司使用自主研发的 Bezinal 系列钢丝，提高系统的使用寿命。

拦截单元顶破力较传统环形网提升 20% - 30%

中性盐雾试验 3000 小时无红锈，可应对 C4 的严苛使用环境



主动避让型立柱

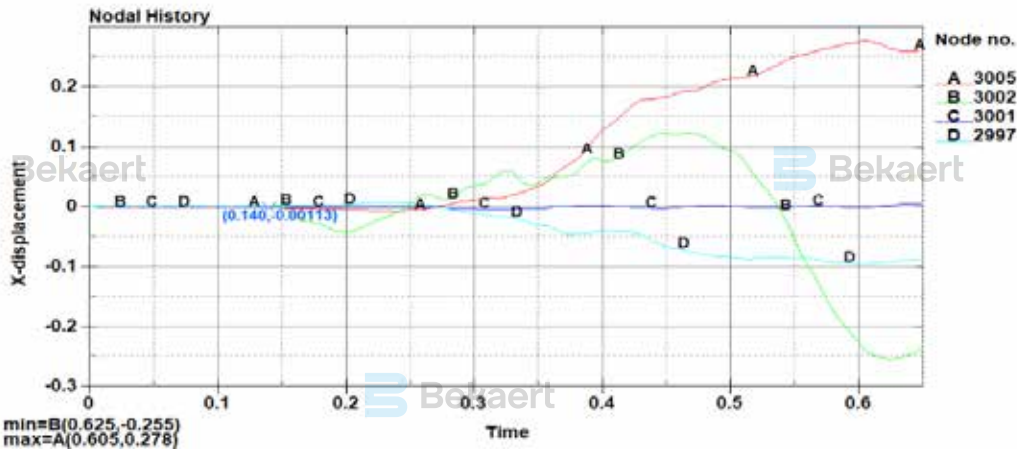
在实际工程中，当落石直接冲击钢柱时，极易导致钢柱产生严重的变形、扭曲或直接破坏，影响整个结构的承载能力，并显著降低防护高度，从而降低被动网系统的防护可靠性。对此，我们对钢柱的构造进行改进，当落石冲击时，钢柱可以通过偏摆位移躲避落石的冲击。根据落石形状、速度和冲击位置的不同，能够降低钢柱冲击损伤或完全避开，从而极大提高了野外环境下钢柱的生存能力，提升了被动网系统的防落石冲击可靠性和防灾韧性。

优化立柱选型，提高立柱的承载力以提高其生存能力

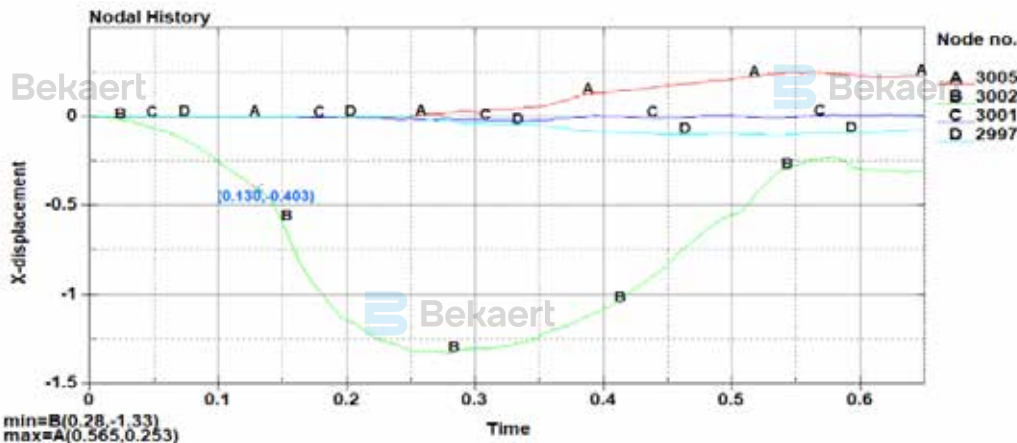
优化立柱与基座连接方式，水平偏摆可达 70 度



[1] Scarpato, D. J., et al. "Flexible Rockfall Barrier Post Support Performance: Deflection as a Positive Attribute." GEOSTRATA Magazine (2020).



常规系统，钢柱被砸前一刻向左偏移 0.00113m



优化后系统，钢柱被砸前一刻向左偏移 0.403m

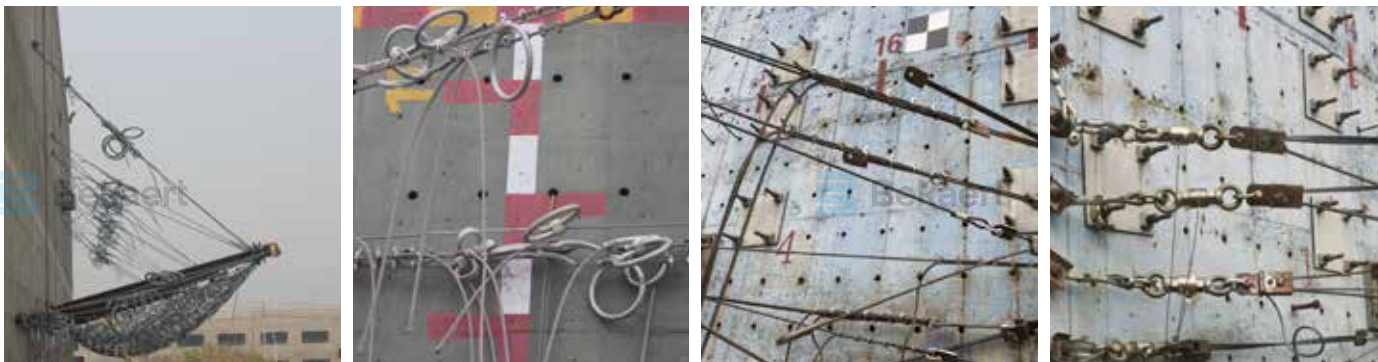
高效率耗能装置

常规耗能装置由于单体的耗能能力不足，通常多个串联或者并联以达到耗能要求，不仅给施工安装带来不便，而且占用空间大，理想的耗能装置是易于安装、耗能效率高、轻便耐用的。以此为方向，我们研发了新型高效耗能器。

单台耗能能力较传统产品提升 10 倍以上

设置两个加载端头，可以重复多次使用且易于更换

独创耗能器滤波技术，启动力”削峰率“高达 90%，确保系统运行丝滑平稳



高效连接模块

创新支撑单元模块化连接技术，实现空间多维多向连接。安装标准化、便捷化水平大幅提高，实现“搭积木”式安装。

提高了系统的稳定性、安全性
提高施工效率和便利性

